



# Эксплуатация СУБД Ред База Данных в нагруженных системах

Горчаков Дмитрий

# Кто я

## Горчаков Дмитрий

Руководитель отдела разработки

Опыт: 16 лет промышленной разработки, 10 лет управления группой разработки.



Email: [dmitry.gorchakov@red-soft.ru](mailto:dmitry.gorchakov@red-soft.ru)



Telegram: @javaronok\_gda



GitHub: <https://github.com/javaronok>



# АИС ФССП России

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• В 2010 году компания РЕД СОФТ разработала для ФССП России автоматизированную информационную систему на базе РЕД Платформа и СУБД Ред База Данных.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• На тот момент в ФССП использовалось различное программное обеспечение в регионах, преимущественно на СУБД Firebird</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• В 2010 году провели миграцию пилотных отделов судебных приставов во Владимирской области.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 2011-2012 годы поэтапно прошла миграция баз данных и внедрение АИС ФССП в отделах по всей стране.</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• В 2022 году начался перевод всех баз на РБД 3.x.</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• В 2023 году настроена репликация данных и собрана Центральная БД объемом более 256Тб.</li></ul>     |

Ред Софт - лауреат премии в области передовых технологий "Приоритет-2021" в номинации "Информационные технологии. Программное обеспечение" за АИС ФССП России ([https://prioritetaward.ru/participants/participant\\_400.html](https://prioritetaward.ru/participants/participant_400.html))

# АИС ФССП России



**11 млрд**

обрабатываемых документов

**2700**

территориальных  
подразделений

**50 000**

обслуживаемых  
рабочих мест

**1933**

видов документов

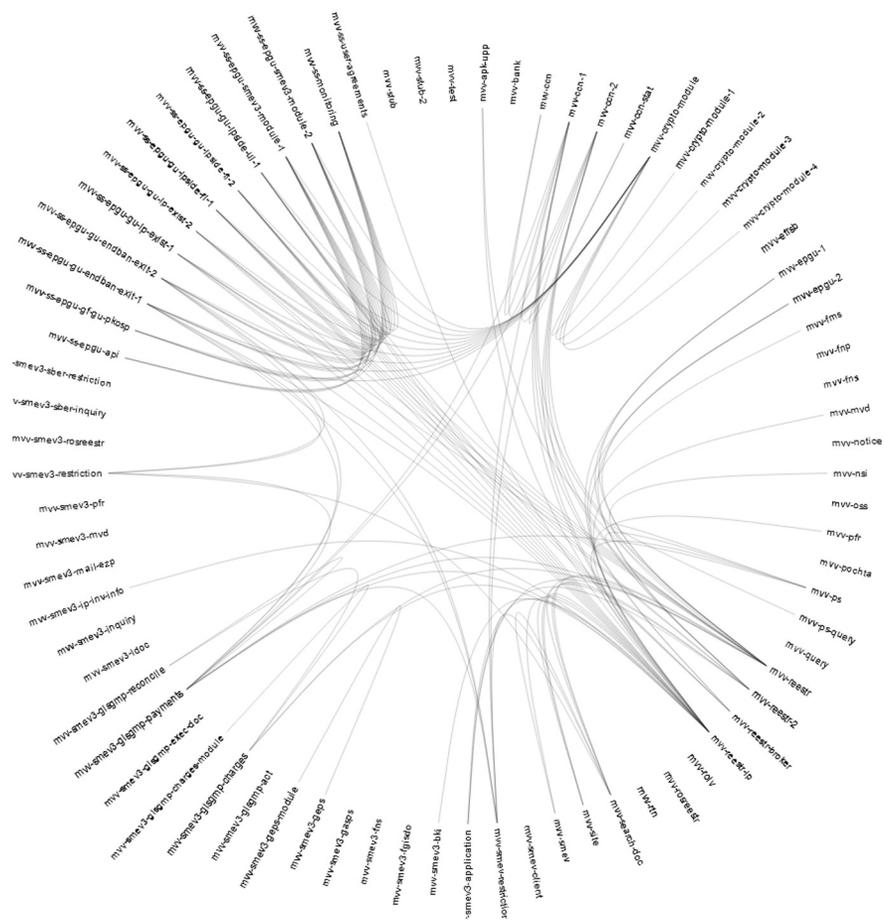
**> 500 Тб**

суммарный объем  
хранимых данных

**120 млн**

исполнительных производств  
на этапе исполнения

# Подсистема межведомственного взаимодействия АИС ФССП России



> **70 узлов**

сегментов  
кластера MBV

> **100 млн**

обрабатываемых  
документов в сутки

> **380**

внешних  
контрагентов

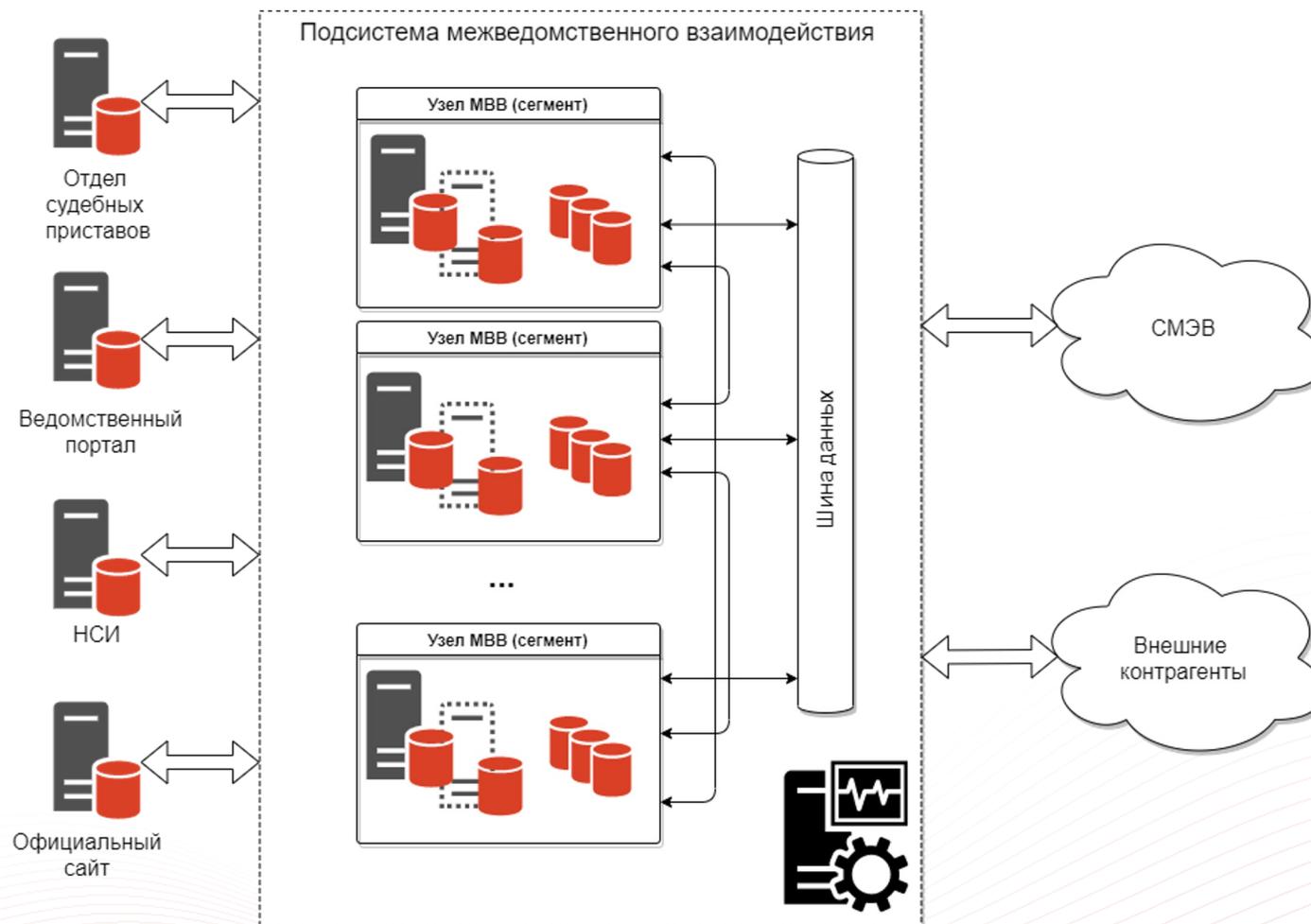
> **500 млн**

записей реестров  
в сутки

> **500 Tb**

суммарный объём  
хранимых данных

# Подсистема межведомственного взаимодействия АИС ФССП России



# Подсистема межведомственного взаимодействия АИС ФССП России



ЕПГУ

**6 RPS**  
в спокойном режиме

До **80 RPS** в пиках

Latency **3 сек**  
в 99 перцентиле  
при **6 RPS**



Банк данных

Обновление  
**20 000** строк в секунду

В пиках  
до **300 000/сек**  
на каждый реестр



ГИС ГМП

**800 RPS**

формирование  
начислений в пиках

Latency **1 сек** доставки  
в СМЭВ-3  
в 99 перцентиле

**125 RPS**  
формирование  
платежей в пиках



Запросы

**20 RPS**  
в спокойном режиме

До **50 RPS** в пиках



Постановления

**20 RPS**  
в спокойном режиме

До **60 RPS** в пиках

# Госуслуга «Ход исполнительного производства»



Минцифры  
России

Сервис «Ход исполнительного производства» является самым быстрым на портале Госуслуг — более 90% запросов исполняется за 3 секунды



Заместитель министра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
**Дмитрий Огуряев**

- 90% запросов исполняются менее 3 сек, 99% менее 20 сек
- Сервис один из самых популярных на портале — более 30 тыс. запросов в сутки
- Разработан на Open Source и отечественных технологиях



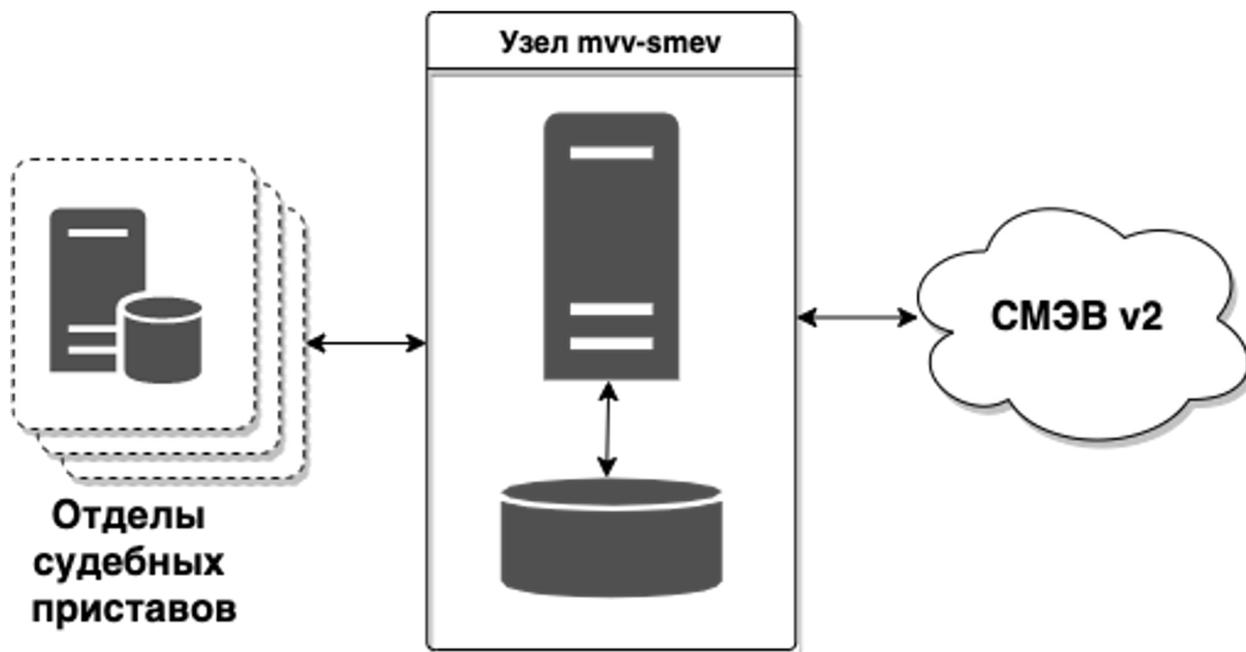
<https://www.youtube.com/watch?v=6VWvgTziYiw>



Распределённые системы «суперсервисов» на службе ФССП

- Премия «Цифровые вершины 2021». Победитель в номинации «Лучший государственный сервис» Суперсервис «Цифровое исполнительное производство» (<https://arppsoft.ru/news/arpp/11080/>)
- Премия ПРОФ-ИТ. Инновация. Номинация «Большие данные». 1 место – «Суперсервис «Цифровое исполнительное производство»» (<https://d-russia.ru/objavleny-prizery-i-pobediteli-ii-nacionalnogo-konkursa-it-reshenij-prof-it-innovacija.html>)

# Проблема больших баз



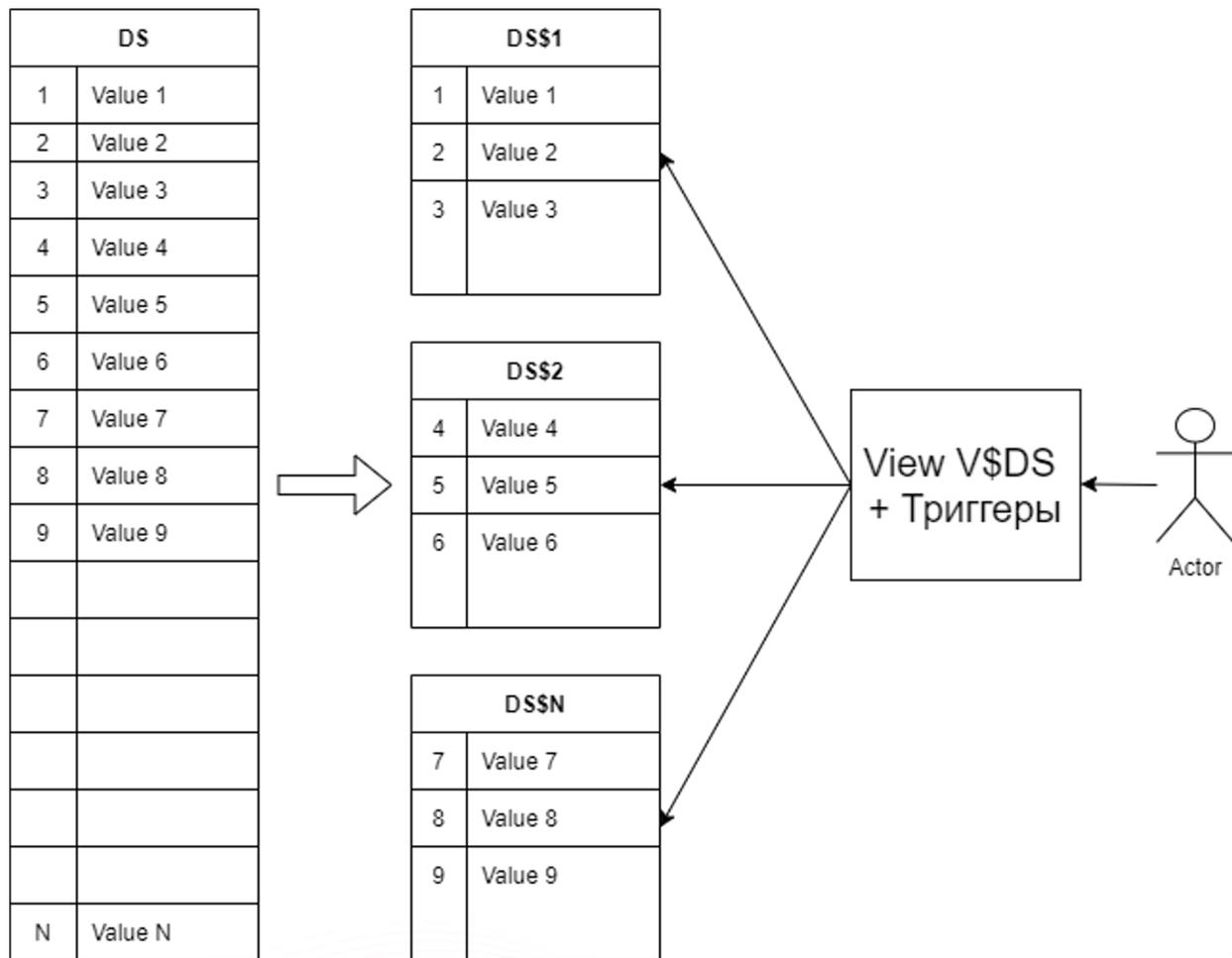
## Характеристики обмена:

- Более 4 млн документов в сутки
- От 5 до 8 млн документов в сутки при пиковых нагрузках
- 55 внешних контрагентов
- Около 3 тыс отделов
- БД > 5 Тб
- Таблицы > 10 млрд записей

## Применённые решения:

- Прикладное секционирование
- Транзакционное кеширование
- Батч операции
- Выгрузка в архив документов
- Использование для журналов отдельного хранилища
- Хранение неструктурированной информации
- Пул соединений

# Прикладное секционирование



```
CREATE OR ALTER VIEW V$DS (ID, F1, F2, FN) AS
select ID, F1, F2, FN from DS
union all
select ID, F1, F2, FN from DS$1
union all
select ID, F1, F2, FN from DS$2;
```

# Прикладное секционирование

```
CREATE OR ALTER TRIGGER TRG$V$DS$AI FOR V$DS ACTIVE AFTER INSERT
POSITION 0
as
begin
  insert into DS$2 (ID,F1,F2,FN)
  values (new.ID,new.F1,new.F2,new.FN);
end;
```

```
CREATE OR ALTER TRIGGER TRG$V$DS$AU FOR V$DS ACTIVE AFTER UPDATE POSITION 0
as
begin
  update DS set ID=new.ID,F1=new.F1,F2=new.F2,FN=new.FN where ID = old.ID;

  if (row_count = 0) then
  begin
    update DS$1 set ID=new.ID,F1=new.F1,F2=new.F2,FN=new.FN where ID = old.ID;
  end

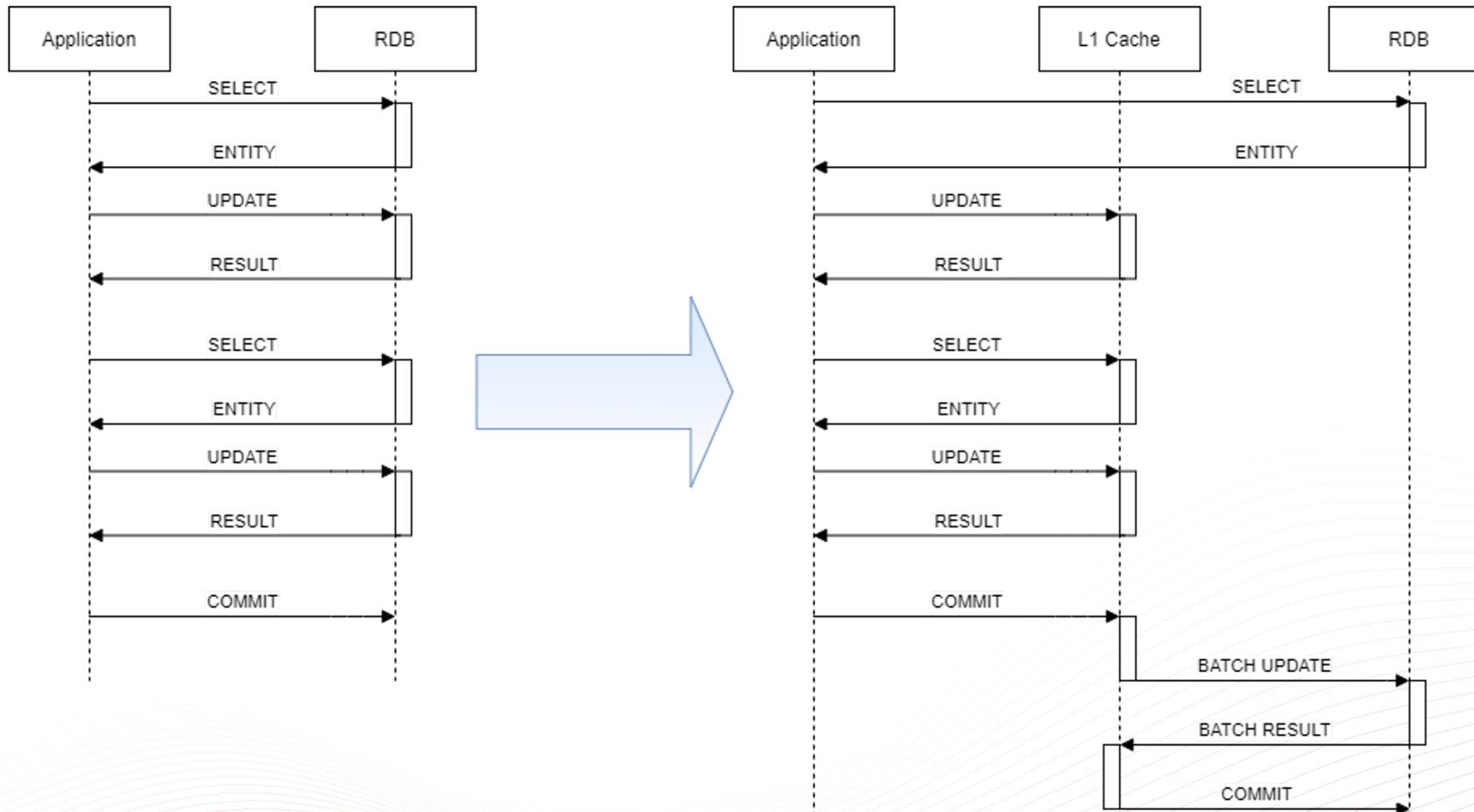
  if (row_count = 0) then
  begin
    update DS$2 set ID=new.ID,F1=new.F1,F2=new.F2,FN=new.FN where ID = old.ID;
  end
end;
```

```
CREATE OR ALTER TRIGGER TRG$V$DS$AD FOR V$DS
ACTIVE AFTER DELETE POSITION 0
as
begin
  delete from DS where ID = old.ID;

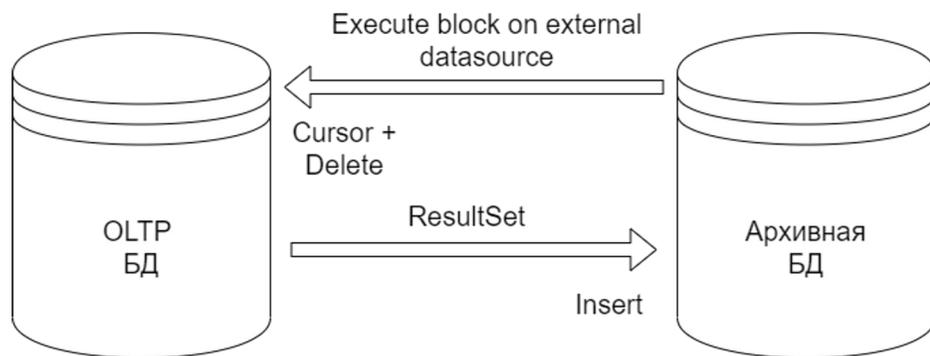
  if (row_count = 0) then
  begin
    delete from DS$1 where ID = old.ID;
  end

  if (row_count = 0) then
  begin
    delete from DS$2 where ID = old.ID;
  end
end;
```

# Транзакционный кэш и пакетные операции



# Выгрузка в архив



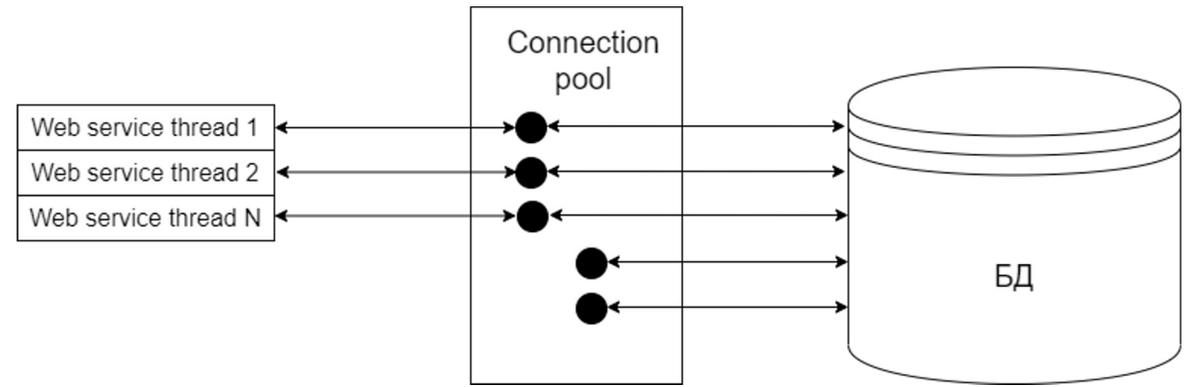
```
execute block (remote_sql D_LARGE_TEXT = ?) returns (cnt integer)
as
...
begin
...
for execute statement :remote_sql on external :remote_db
into ... do
begin
insert into ... values (...);
...
end
...
end
```

Remote SQL:

```
execute block returns (...) as
begin
for select ... from ... where ... into ... as cursor select_cursor do
begin
delete from ... where current of select_cursor;
...
end
end
```

# Пул соединений к БД

- Пул к БД должен быть (на прикладном уровне либо в самой СУБД)
- Все соединения к БД должны быть под управлением одним пулом
- Настройки пула важны



**MAX\_ACTIVE** - максимальное количество соединений (для пользователя)

**MAX\_TOTAL** - общее максимальное количество соединений

**MAX\_IDLE** - максимальное число соединений (для пользователя), которые могут быть неиспользованными

**MIN\_IDLE** - минимальное число соединений (для пользователя), которые могут быть неиспользованными

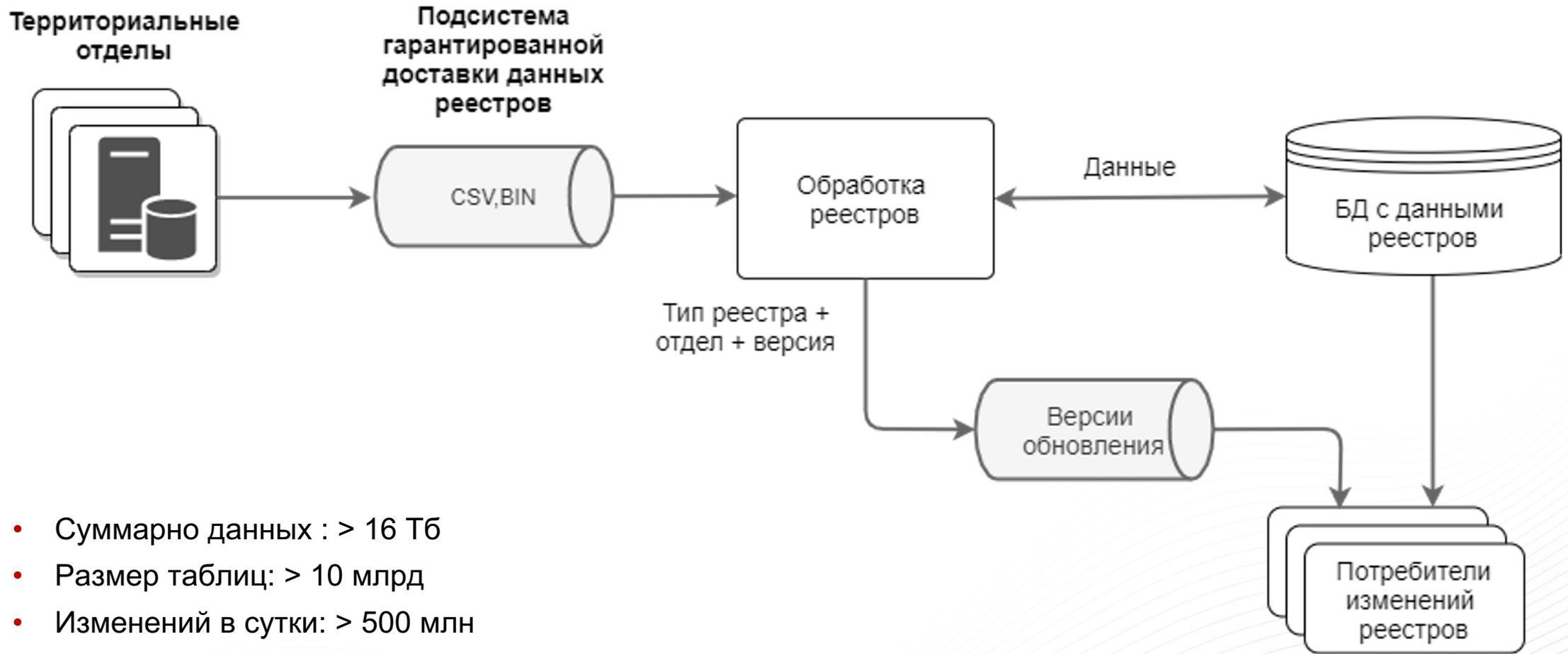
- Технологические пользователи

**FSSP.33013, FSSP.17013, FSSP.54001, ... → FSSP.PKSP**

- Следует быть аккуратным при триггерах на коннект

**CREATE OR ALTER TRIGGER** SESSION\_BEFORE\_CONNECT **ACTIVE ON CONNECT** ...

# Обновление реестров банка данных



- Суммарно данных : > 16 Тб
- Размер таблиц: > 10 млрд
- Изменений в сутки: > 500 млн

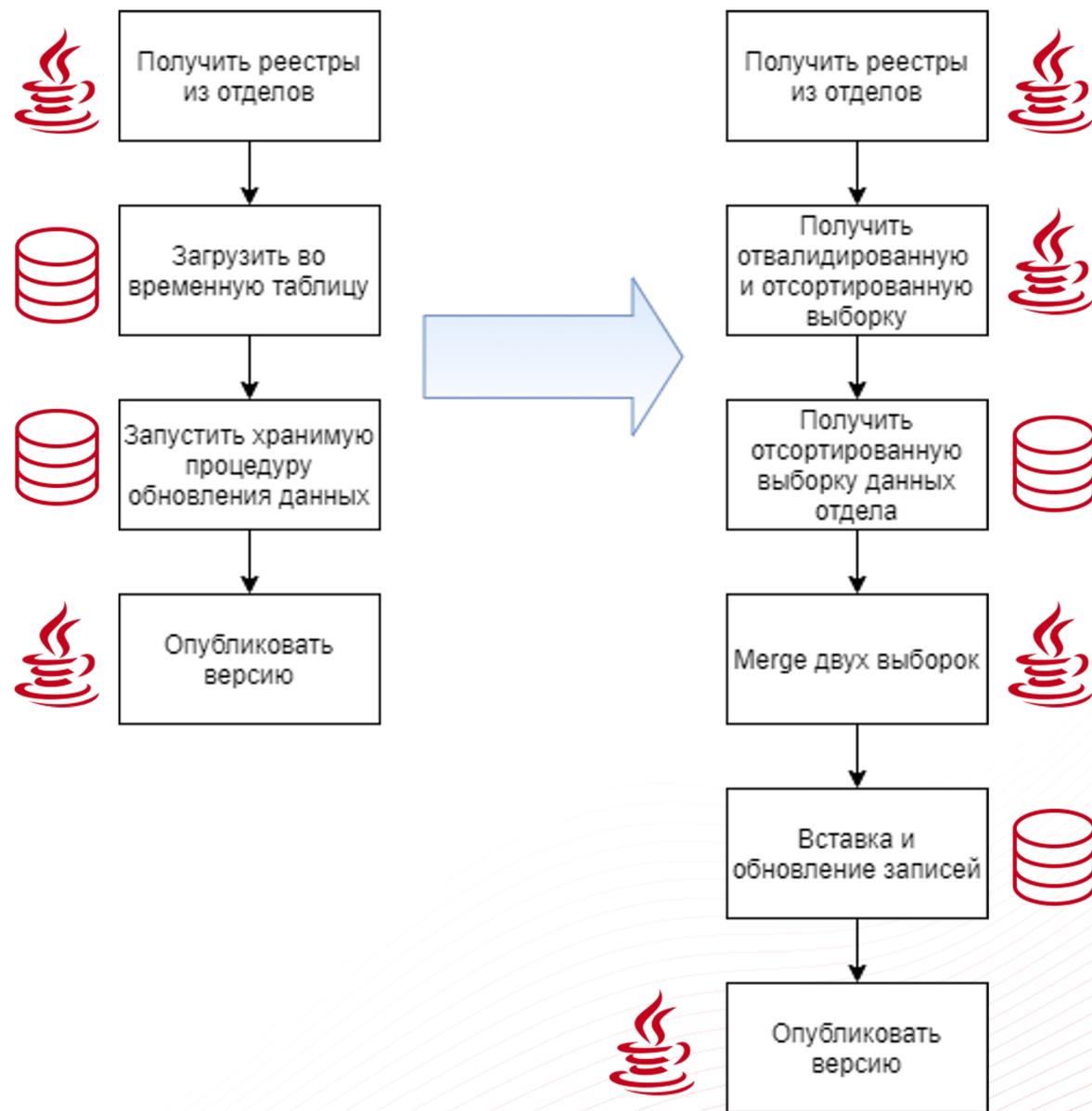
# Обновление реестров

## Достоинства процедур:

- Использование процедур эффективно когда надо выполнить код “рядом” с данными
- Безопасность и контроль доступа
- Высокая производительность по сравнению с клиентскими вызовами

## Недостатки процедур:

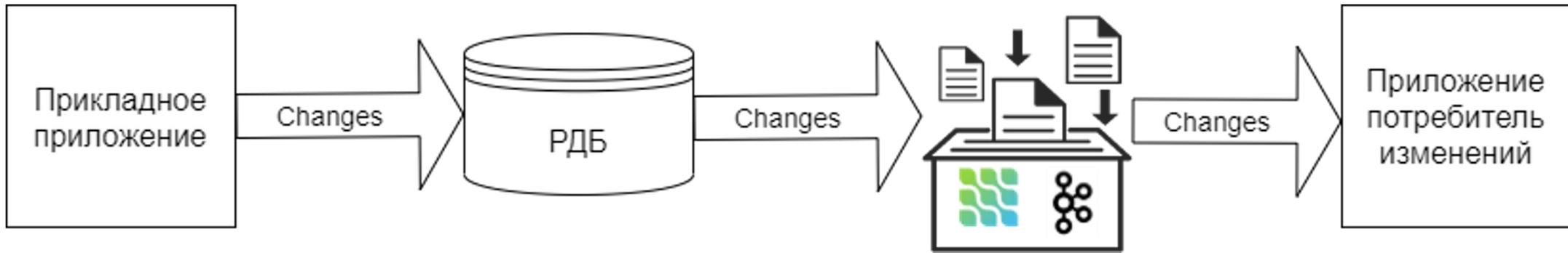
- Более сложная разработка и тестирование
- Сложнее отладка и профилирование
- Многопоточное выполнение и интеграции



# Change Data Capture (CDC)



Ред База Данных 3.x



## Когда полезно:

- Нагруженная база. Нагружать дополнительно нельзя (особенно синхронно)
- Поток изменения
- Модули, которые должны реагировать на изменения данных (на разных платформах и технологиях)

## Use-case'ы где можно использовать:

- Публикация данных в другую СУБД или хранилище
- Подписка на изменения, постобработка событий (CEP)
- Логическая репликация
- OLAP. "онлайн"- аналитика (ETL), альтернатива периодическим выгрузкам
- Materialized views

# Проблемы. Долгие транзакции



Ред База Данных 5.x

## Причины возникновения:

- Короткие транзакции не всегда полезны (32-битный счётчик в 2.x версии, нагрузка)
- Пакетная обработка, например, выгрузка данных
- OLTP-запросы
- Ошибки в коде прикладной системы
- Блокировки
- Не оптимальные запросы
- Выполнение кода не относящегося к транзакции (внешние запросы, I/O, ФЛК, формирование отчётов, накопление данных, ожидание пользователя)
- Сессии в WEB-интерфейсе, списковые формы
- Человеческий фактор (ушёл на выходные и забывают закрывать клиента IBExpert или RedExpert)

## Чем плохо:

- Накопление мусора в БД
- Замедление исполнения запросов
- Раздувание БД и индексов
- Блокировки

# Проблемы. Долгие транзакции



Ред База Данных 5.x

## Решения:

- Алерты в мониторинге (больше часа уже повод смотреть)
- Задача принудительного завершения соединения
- Обновление на РДБ 5.x

```
/* Транзакция более 2 часов */
```

```
select * from mon$transactions where datediff(hour, mon$timestamp, current_timestamp) > 2;
```

```
/* Запрос более 1 часа */
```

```
select * from mon$statements where datediff(hour, mon$timestamp, current_timestamp) > 1;
```

```
/* Соединения от утилит более 24 часа */
```

```
select * from mon$attachments  
where datediff(hour, mon$timestamp, current_timestamp) > 24 and mon$remote_process containing 'expert';
```

```
/* Принудительно завершаем соединение для транзакции старше 2 часов*/
```

```
delete from mon$attachments where mon$attachment_id in (  
  select mon$attachment_id from mon$transactions  
  where datediff(hour, mon$timestamp, current_timestamp) > 2  
);
```

# Проблемы. NUMA



Ред База Данных 5.x

Симптомы: io\_wait

Диагностика: htop, numastat

## Решения:

- Один CPU => один РДБ процесс (taskset)
- Обновление до РДБ 5.x

# Прочие проблемы разработки систем на RedDatabase/Firebird

- Индексы. Создание и удаления индекса “на живую”
- Backup/Restore. Многопоточная реализация
- Проверка БД “на лету”. Блокировки
- Счётчик транзакций (с РБД 3.0 размер  $2^{64}$ )
- Шардирование
- Savepoint’ы
- Хранение блобов
- Statement Pool
- Временные файлы
- ORM и сложные иерархии объектов
- Изменение схем таблицы. Миграция данных.



# Мониторинг



Ред База Данных 5.x

## Средства:

- MON\$ таблицы (в версиях ниже 5.0 часто вызывать не рекомендуется)  
<https://gist.github.com/javaronok/2d1b1795144dc503448c26a9ba5d342e>
- FBTrace (текстовый или бинарный)
- РедМонитор

### Производительность Ред База Данных 3.0



<https://www.youtube.com/watch?v=-WXD9HRtAyg>



### Мониторинг СУБД и целостность БД в Ред База Данных 3.0



<https://www.youtube.com/watch?v=KvYikB8VTuY>



# Выводы

- СУБД - важная часть системы, игнорирование проблем может дорого стоить
- Чем меньше файл БД - тем быстрее работает
- Если данные не “ложатся” в реляционную модель (timeserial, json, журналы, очереди событий), лучше использовать другие хранилища.
- Мониторинг необходим
- Долгие транзакции - плохо
- Чем больше НЛ тем мы от СУБД берём только самое необходимое, базовые операции - запись и чтение
- Важно уметь масштабироваться
- Важным свойством для критичных систем - RTO = 0. РДБ это обеспечивает через Careful Write
- Какая бы ни была СУБД, 90% успеха или провала прикладной системы зависит от разработчика, который строит на ней решения, особенно высоконагруженные.



**Спасибо за внимание!**

**[www.red-soft.ru](http://www.red-soft.ru)**

